

**ANALISA PENYUSUTAN, *DENSITY*, DAN CACAT CORAN
PADA HASIL PENGECORAN CETAKAN *HANDPRESS*
KANCING BUNGKUS DENGAN MATERIAL BESI COR
KELABU MENGGUNAKAN PASIR CETAK**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi
Strata I pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

BAGAS PATRIA NUGRAHA

D200150208

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PENYUSUTAN, *DENSITY*, DAN CACAT CORAN PADA HASIL
PENGECORAN CETAKAN *HANDPRESS* KANCING BUNGKUS DENGAN
MATERIAL BESI COR KELABU MENGGUNAKAN PASIR CETAK**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

BAGAS PATRIA NUGRAHA

D 200 150 208

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Agus Yulianto', with a long horizontal stroke extending to the right.

Agus Yulianto, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PENYUSUTAN, *DENSITY*, DAN CACAT CORAN PADA HASIL
PENGECORAN CETAKAN *HANDPRESS* KANCING BUNGKUS DENGAN
MATERIAL BESI COR KELABU MENGGUNAKAN PASIR CETAK**

OLEH

BAGAS PATRIA NUGRAHA

D200150208

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Senin, 6 Januari 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. **Agus Yulianto, S.T., M.T.**
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Ir. Sunardi Wiyono, M.T.**
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.**
(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)

(.....)

(.....)

Dekan



Ir. Sri Sunariono, M.T., Ph.D., IPM

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbeneran dalam pernyataan saya diatas, maka akan dipertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 17 Desember 2019

Penulis



BAGAS PATRIA NUGRAHA
NIM. D200150208

ANALISA PENYUSUTAN, *DENSITY*, DAN CACAT CORAN PADA HASIL PENGECORAN CETAKAN *HANDPRESS* KANCING BUNGKUS DENGAN MATERIAL BESI COR KELABU MENGGUNAKAN PASIR CETAK

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui temperatur, waktu pendinginan, dan perubahan unsur dengan alat CE Meter, mengetahui densitas, mengetahui sifat fisis dan mekanis, mengetahui penyusutan, mengetahui komposisi kimia, dan mengetahui cacat coran. Metode penelitian yang digunakan dalam pengujian ini adalah besi cor kelabu sebagai bahan pembuatan cetakan, pasir yang digunakan dalam pembuatan cetakan adalah pasir ladu atau pasir sungai. Hasil yang didapatkan dari pengujian ini adalah Carbon Equivalent Value yaitu 4,29% sehingga disebut hipoeutektik. Nilai density pada hasil coran sebesar produk samping (A) 6,84 gr/cm³, produk samping (B) 6,89gr/cm³, dan produk bawah 7,37gr/cm³. Kekerasan rata-rata pada beberapa titik mencapai 78,72 HRB. Pada strukur mikro terlihat sebagian grafit berbentuk serpihan, yang menyebabkan keuletan menjadi rendah. Untuk komposisi kimia pada hasil coran terdiri dari 19 unsur dengan 4 unsur yang paling dominan yaitu karbon (C) 3,47%, silikon (Si) 2,41%, mangan (Mn) 0,43% dan tembaga (Cu) 0,26%. Penyusutan pola (A) 1,86%, pola (B) 2,61%, dan pola bawah 6,15%. Sedangkan cacat coran yang terjadi melalui pengamatan visual adalah cacat lubang jarum dan cacat salah alir.

Kata Kunci : Pengecoran Logam, Besi Cor Kelabu, Density, Penyusutan, Komposisi Kimia, Cacat Coran

Abstract

This study aims to determine the temperature, cooling time, and elemental changes with a CE Meter, determine the density, know the physical and mechanical properties, find out the shrinkage, and determine the defects of castings. The research method used in this test is gray cast iron as a material for making molds, the sand used in making molds is sand or river sand. The results obtained from this test are Carbon Equivalent Value which is 4,29% so it is called hypoeutectic. The value of the density in the results of castings by side products (A) 6.84 gr/cm³, side products (B) 6.89gr /cm³, and bottom products 7.37gr/cm³. The average hardness at some points reached 78,72 HRB. In the microstructure, some graphite is formed in the form of splinter, which causes low ductility. For the chemical composition of the castings, there are 19 elements with 4 most dominant elements, namely carbon (C) 3,47%, silicon (Si) 2,41%, manganese (Mn) 0,43% and copper (Cu) 0, 26%. Shrinkage pattern (A) 1,86%, pattern (B) 2,61%, and bottom pattern 6,15%. While cast defects that occur through visual observation are pinhole defects and wrong flow defects.

Key Word : Metal Casting, Gray Cast Iron, Density, Shrinkage, Physical and Mechanical Properties, Casting Defects

1. PENDAHULUAN

Dalam kemajuan teknologi pada dunia industri saat ini mendorong manusia untuk mengembangkan penelitian pada segala bidang. Contohnya dalam bidang industri pengecoran logam, penggunaan proses pengecoran selain untuk mencairkan logam, juga dipakai untuk proses pembentukan logam sesuai dengan bentuk yang dibutuhkan.

Pengecoran logam dapat diartikan proses dari logam yang dicairkan lalu dituangkan kedalam cetakan, kemudian dibiarkan dingin dan membeku. Karena itu sejarah pengecoran logam dimulai ketika orang mulai mengetahui cara bagaimana mencairkan logam dan membuat cetakan (Surdia, 1996).

Di bidang manufaktur terutama dalam pengecoran logam ada berbagai macam metode yang digunakan, salah satunya yaitu metode *Reverse Engineering*. *Reverse Engineering* didefinisikan sebagai menganalisa spesifikasi suatu produk yang sudah ada dari produsen lain sebagai dasar untuk merancang produk baru yang sejenis, dengan memperkecil kelemahan dan meningkatkan keunggulan (Wibowo, 2006).

Dalam industri pengecoran logam khususnya metode *reverse engineering* dapat diterapkan pada pembuatan ulang cetakan produk alat *Handpress* kancing bungkus. Adapun bahan yang digunakan dalam proses pembuatan cetakan produk adalah menggunakan besi cor kelabu.

Dalam pembuatan cetakan produk *Handpress* kancing bungkus dilakukan pengecoran menggunakan media pasir. Proses pengecoran dengan menggunakan pasir sebagai bahan yang digunakan untuk membuat cetakan.

Pada uraian diatas penulis ingin melakukan analisa seluruh proses pengecoran pada cetakan *Handpress* kancing bungkus dengan media cetakan pasir serta mengetahui hasil coran dengan menggunakan bahan besi cor kelabu.

Tujuan penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui *density* dari produk cor.
- b. Mengetahui sifat fisis dan mekanis pada cetakan *handpress* kancing bungkus dari bahan besi cor kelabu menggunakan media cetakan pasir.
- c. Mengetahui penyusutan yang terjadi pada cetakan *handpress* kancing bungkus hasil coran dari bahan besi cor kelabu dengan menggunakan cetakan pasir.

- d. Mengetahui cacat coran yang terjadi pada hasil coran dengan pengamatan visual.

Penelitian ini berkonsentrasi pada :

- a. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah besi cor kelabu.
- b. Studi pengecoran hanya berfokus pada pengecoran besi cor kelabu.
- c. Pasir cetak yang digunakan adalah pasir ladu/pasir sungai.
- d. Pengujian kekerasan menggunakan kekerasan *Rockwell*.
- e. Pengujian komposisi kimia menggunakan alat *spectrometer*.
- f. Pengujian struktur mikro menggunakan alat uji *Olympus Metalurgical*.

(Roca, dkk 2012) Telah melakukan penelitian tentang perubahan morfologi besi cor kelabu dengan variasi panas spesimen keadaan semi padat pada suhu 1160°C dan 1180°C dengan variasi waktu 0, 30, 90, dan 120 detik. Hasil dari penelitian ini adalah pemanasan pada kisaran semi padat mengubah morfologi grafit A ke B, tetapi tidak secara signifikan mempengaruhi jarak lengan interdendritik antara grafit lamellae. Struktur yang dihasilkan terdiri dari grafit halus dan perlit.

(Setyo, dkk 2013) Telah melakukan penelitian tentang pengaruh struktur mikro dari hasil cor menggunakan cetakan pasir silika dengan variasi masing-masing pengikat yaitu bentonit, resin, semen Portland dan *water glass* dengan presentase dari masing-masing 5%, 6%, 7%, 4% dari berat pasir secara berurutan terhadap besi cor kelabu. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil pada cetakan pasirnya, hampir seluruh coran memiliki struktur mikro berupa ferrit, grafit, perlit, dengan matrik perlit, dan sementit. Cetakan dengan bahan pengikat semen dan *water glass*, struktur mikronya banyak didominasi oleh perlit, ferrit, dan grafit bengkok, sedang pada cetakan berbahan bentonit dan resin karena tidak adanya karbon bebas untuk membentuk grafit dan rendahnya karbon ekuivalen (CE) yang dimilikinya. Besar laju perpindahan panas selama dan setelah pembekuan terlihat sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya densitas dari masing-masing cetakan.

(Eko, 2016) Telah melakukan penelitian analisis model cacat coran pada bahan besi cor dengan variasi temperatur tuang 1200°C, 1300°C, 1400°C. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengetahui pengaruh variasi

temperatur tuang sistem cetakan pasir pada cacat coran pada bahan besi cor kelabu. Pada penelitian tersebut mendapatkan hasil nilai kekerasan pada temperatur penuangan $1200^{\circ}\text{C} = 72,45$ Hrb, $1300^{\circ}\text{C} = 60,95$ Hrb, $1400^{\circ}\text{C} = 55,3$ Hrb. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan yaitu perbedaan temperatur dapat mempengaruhi laju pembekuan yang menyebabkan meningkatkan cacat coran yang terjadi. Semakin meningkatnya temperatur penuangan menyebabkan terjebaknya gas hidrogen semakin banyak sehingga nilai kekerasan mengalami penurunan.

(Umardani, 2009) Telah melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan kandungan silikon pada besi cor kelabu terhadap sifat mekanis dan struktur mikro. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil pada pengujian kekerasan, besi cor kelabu mempunyai nilai kekerasan rata-rata tertinggi : 270 BHN pada proses pengecoran besi cor kelabu tanpa penambahan Si, sedangkan pada pengujian mikrografi, besi cor tanpa penambahan Si mempunyai grafit yang tipis dengan komponen penyusun terdiri dari ferit, perlit, dan sementit. Pada besi cor dengan penambahan Si 2,5%, grafit yang terbentuk lebih tebal dengan komponen penyusun paling dominan adalah perlit dan ferit. Ketebalan grafit pada besi cor hasil pengecoran dipengaruhi oleh unsur silikon.

1.1 Besi Cor Kelabu

Besi tuang atau besi cor kelabu adalah perpaduan antara besi karbon dengan kandungan karbon (C) lebih dari 2% dan silikon (Si) antara 1,8-2,4%. Dinamakan besi cor kelabu karena saat terjadi patahan sebagian permukaan patahan melintasi grafit, sehingga permukaan besi cor menjadi kelabu. Sifat dari besi cor kelabu adalah mempunyai sifat mampu las yang buruk, ketahanan aus yang rendah, dan ketahanan terhadap korosi rendah.

1.2 Penyusutan Logam

Tujuan penambahan ukuran penyusutan adalah untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan pada benda tuang. Cairan logam yang dituang kedalam cetakan akan mengalami beberapa penyusutan antara lain : penyusutan cair, penyusutan kristal, penyusutan padat. Besarnya penyusutan tergantung dari bahan benda tuang yang akan dicor, sebelumnya harus ada informasi yang dicantumkan pada gambar, kemudian menentukan alat ukur dengan

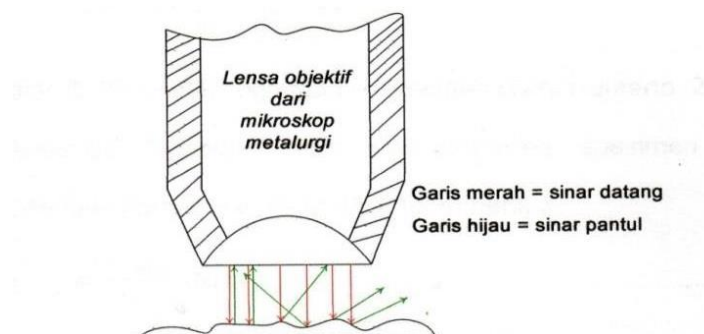
prosentase penyusutan tertentu yang akan dipakai. Harga dari penyusutan biasanya berkisar antar angka tertentu.

Tabel 1 Penyusutan Bahan Cor (Topo, 2004)

Bahan	Penyusutan (%)	
	Umum	Dipakai
Besi Cor	0,5 – 1,3	1,0
Baja Tuang	1,5 – 2,5	2,0
Aluminium Tuang	0,8 – 1,5	1,5
Bronze (CuSn)	1,0 – 2,0	1,5
Kuningan (CuZn)	0,8 – 2,0	1,5

1.3 Struktur Mikro

Alat uji yan digunakan untuk mengamati struktur mikro menggunakan *Olympus Metallurgical Microscope* dan untuk pengambilan gambar digunakan *Software Optilab*. Alat ini berfungsi untuk mengamati dan mengambil gambar struktur mikro pada permukaan logam atau spesimen yang sebelumnya sudah dietsa. Spesimen atau logam yang sudah dietsa nantinya akan memantulkan kembali sinar yang datang dari lensa mikroskop elektron dengan warna yang berbeda pada tiap bagian permukaan akibat pengikisan pada spesimen, kemudian kamera yang tersambung dengan monitor akan menangkap dan menyimpan gambar struktur mikro.

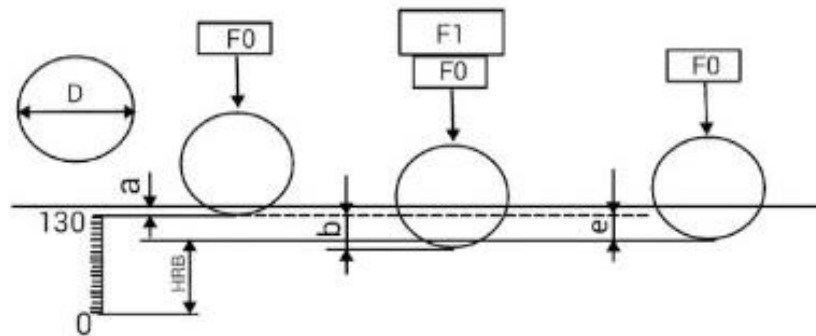


Gambar 1 Prinsip Uji Struktur Mikro

1.4 Kekerasan

Pengujian kekerasan dengan metode *Rockwell* bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indentor berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekankan pada permukaan material uji tersebut.

Untuk mencari besarnya nilai kekerasan dengan metode *Rockwell* yaitu pada langkah 1 benda uji ditekan oleh indentor dengan beban minor (*Minor Load* F_0) setelah itu ditekan dengan beban mayor (*Mayor Load* F_1) pada langkah 2, dan pada langkah 3 beban mayor diambil sehingga yang tersisa adalah minor load dimana pada kondisi 3 ini indentor ditahan seperti pada kondisi saat total load F . Besarnya minor load tergantung dari jenis material yang akan

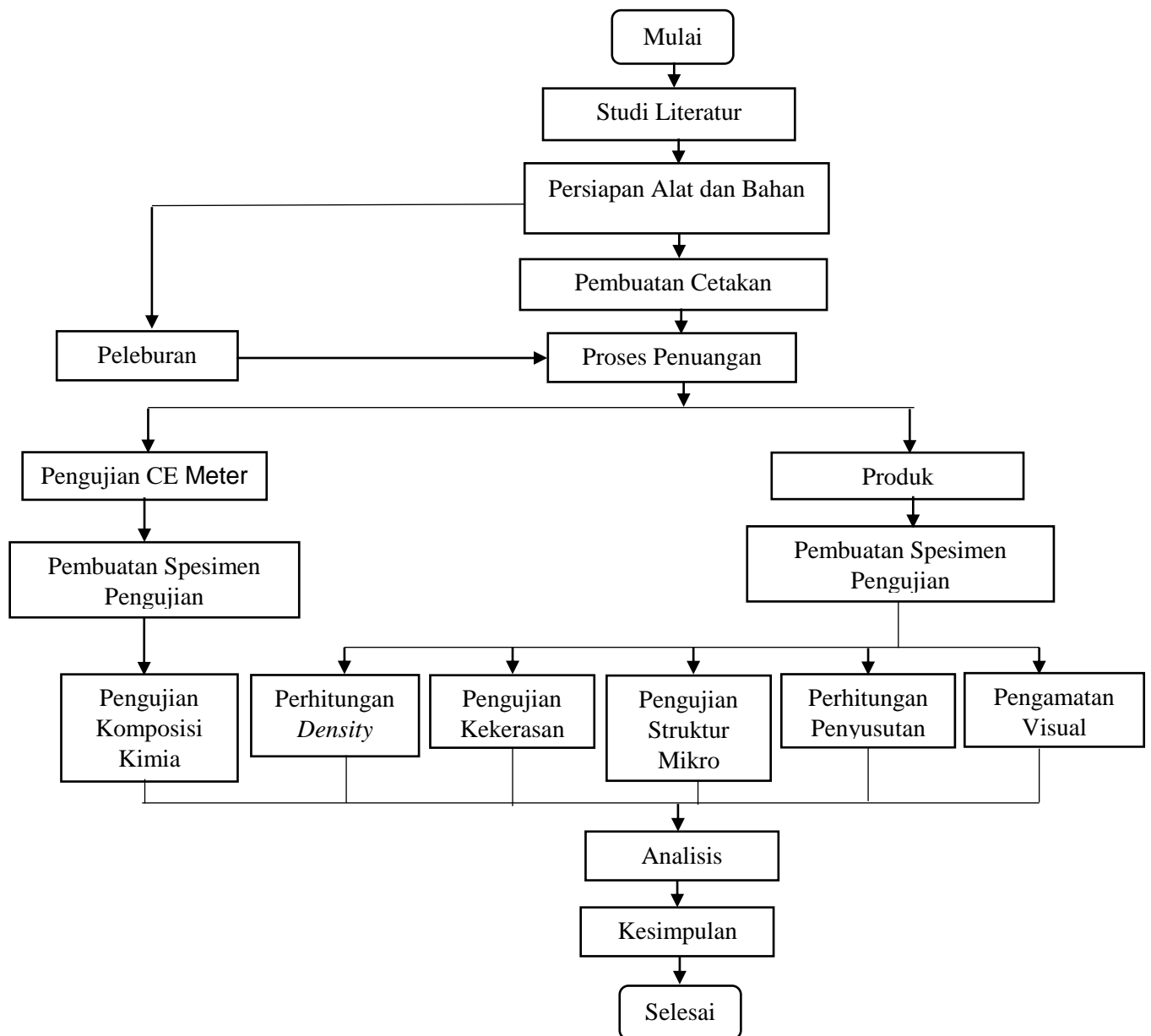


Gambar 2 Prinsip Uji Kekerasan *Rockwell*

1.5 Komposisi Kimia

Alat yang digunakan dalam pengujian adalah spectrometer. Alat yang digunakan untuk mengetahui jenis dan prosesntase unsur-unsur kimia yang terkandung dalam logam dengan spektrum emisi gas argon dan pembacaan komputer. Alat ini bekerja dengan bantuan gas argon, selanjutnya sinar pantul yang berasal dari specimen melalui prisma spektrum diniasakan pada detector sehingga tampil beberapa warna dengan intensitas yang berbeda. Tiap warna dan intensitas cahayanya menunjukkan jenis unsur dan kandungannya, yang diterjemahkan dalam bahasa program komputer menjadi tulisan.

2. METODE



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

Alat :

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| a. Kerangka Cetak | h. Timbangan Digital |
| b. Tabung Silinder | i. Gelas Ukur |
| c. Lanset | j. Alat Uji CE Meter |
| d. Kowi | k. Alat Uji Struktur Mikro |
| e. Tungku Induksi | l. Alat Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> |
| f. Sekop | m. Alat Uji Spektrometer |
| g. Ladel | |

Bahan :

- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| a. Besi Cor Bekas | e. Pasir Ladu |
| b. Silikon | f. Pola |
| c. Karbon | g. Air Tetes Tebu |
| d. Geram | h. <i>Calcium Carbonate</i> |

2.1 Langkah Penelitian

2.1.1 Pembuatan Cetakan

- Mempersiapkan kerangka cetakan.
- Pola dimasukkan kedalam pasir cetak dan meletakkan pasir disekeliling pola.
- Membersihkan pasir pada permukaan pola.
- Meletakkan kerangka cetakan diatas pola yang sudah ditaburi calcium carbonate.
- Meletakkan tabung silinder dan meletakan saluran buang.
- Mengisi pasir yang sudah di tambahkan bahan pengikat dan air sampai batas permukaan kerangka cetakan, kemudian dipadatkan.
- Mencabut tabung silinder (saluran turun) dan saluran buang.
- Mengangkat cetakan bagian atas
- Memberi saluran masuk kedalam bagian pola cetakan pasir
- Mengambil pola dengan cara menancapkan paku kedalam pola kemudian di ketuk secara perlahan.
- Setelah itu mengambil penutup cetakan atas kemudian menutup kembali bagian atas cetakan.

2.1.2 Peleburan Logam

- Mempersiapkan tungku induksi kemudian memasukan besi cor bekas kedalam tungku iduksi.
- Tunggu hingga meleleh.

2.1.3 Penuangan Logam Cair

- Mengukur suhu besi cor cair dengan alat CE Meter.
- Menuangkan cairan besi cor kedalam cetakan pasir yang sudah dibuat.

2.1.4 Pembongkaran Cetakan

Cetakan pasir dibongkar untuk mengeluarkan produk cor. Sistem saluran dipisahkan dari produk cor. Produk cor dibersihkan dari pasir yang masih menempel.

2.1.5 Pengujian CE Meter

Pengujian CE Meter bertujuan untuk mengetahui temperatur dan waktu pendinginan serta perubahan unsur pada setiap tahap, mulai dari temperatur besi tuang, temperatur liquid, temperatur solid, dan temperatur saat besi membeku. Langkah-langkah pengujian CE Meter sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat dan juga melting besi cor kelabu.
- b. Menyalakan alat CE Meter beserta siapkan cup CE Meter untuk di tuang kedalam cup tersebut yang sudah terhubung pada alat CE Meter.
- c. Memulai pengujian sampai grafik dan angka pada CE Meter keluar.
- d. Kemudian tunggu hasil print grafik pada CE Meter.
- e. Proses pengujian selesai matikan CE Meter dan buang cup CE Meter tersebut.

2.1.6 Perhitungan Density

- a. Mempersiapkan produk pengujian.
- b. Mengukur massa produk cor.
- c. Mengukur volume produk cor dengan.
- d. Menghitung nilai density dengan menggunakan persamaan :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Dimana :

ρ : Density (gr/cm³)

m : Massa produk cor (gr)

V : Volume produk cor (cm³)

2.1.7 Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dari spesimen secara mikroskopis. Berikut langkah-langkah pengamatan struktur mikro :

- a. Mempersiapkan spesimen yang akan diuji.
- b. Melakukan pengamplasan.
- c. Melakukan pemolesan pada spesimen uji menggunakan kain yang telah diberi autosol.
- d. Membuat cairan etsa agar dapat mengikis spesimen agar terlihat jelas ketika difoto mikro.

- e. Mengamati struktur mikro menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran lensa 100x, 200x.

2.1.8 Pengujian Kekerasan

Kekerasan merupakan ketahanan bahan terhadap goresan atau penetrasi pada permukaannya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil kekerasan dari benda uji pada beberapa bagian sehingga diketahui distribusi kekerasan rata-ratanya dari semua bagian yang diuji. Berikut langkah-langkah pengujian kekerasan *Rockwell* :

- a. Menyiapkan spesimen yang akan diuji.
- b. Nyalakan mesin uji kekerasan *Rockwell*.
- c. Tentukan indentor pada alat pengujian, untuk besi cor kelabu digunakan skala HRB dengan indentor bola baja 1/16" dengan beban 100 kgf.
- d. Menempatkan spesimen pada stage.
- e. Pilih lokasi atau titik yang akan diuji dan arahkan indentor dengan spesimen.
- f. Tekan tombol start dan tunggu hingga indikator menunjukkan hasil pengujian.
- g. Mencatat hasil uji.

2.1.9 Pengujian Komposisi Kimia

Bertujuan untuk mengetahui prosentase kandungan unsur-unsur paduan yang terdapat dalam spesimen. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji spektrum komposisi kimia universal (spektrometer) yang bekerja secara otomatis. Pengujian dilakukan dengan penembakan terhadap permukaan spesimen (sudah dihaluskan) dengan gas argon. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Pengecoran Politeknik Manufaktur Ceper. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

- a. Menyiapkan sampel uji dari logam cair.
- b. Sampel dituang pada cetakan logam (Cill Test).
- c. Ratakan permukaan dengan menggunakan grinder.
- d. Lakukan standarisasi alat.
- e. Melakukan analisa alat uji :
 - 1. Pilih Program analisa pada main menu, pilih FeO₂ untuk besi cor.
 - 2. Letakkan spesimen sampel padaudukan kerja.

3. Lakukan penembakan 3 kali pada titik yang berbeda.
 4. Simpan hasil uji.
 5. Cetak (print) hasil uji yang didapatkan.
- f. Proses analisa selesai

2.1.10 Perhitungan Penyusutan

- a. Mempersiapkan produk pengujian.
- b. Mengukur volume benda asli.
- c. Mengukur volume benda produk.

Untuk menghitung persentase penyusutan dengan menggunakan persamaan :

$$S = \frac{(V_{\text{asli}} - V_{\text{produk}})}{V_{\text{asli}}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana: S : Persentase Penyusutan

V Asli : Volume Benda Asli (cm³)

V produk : Volume Benda Produk (cm³)

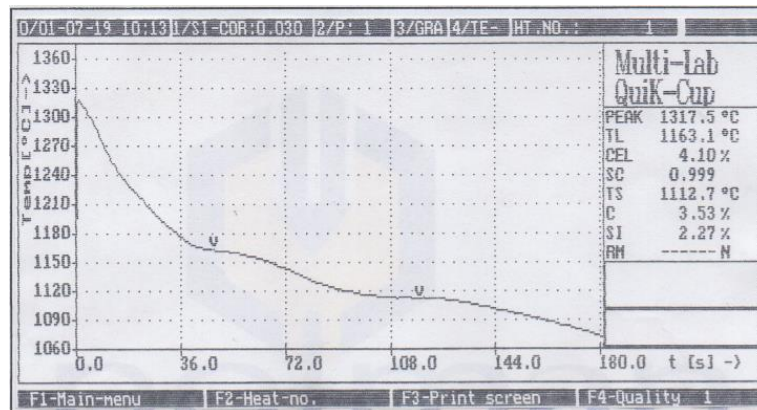
2.1.11 Pengujian Pengamatan Visual

Pengamatan visual bertujuan untuk mengetahui cacat coran yang terjadi pada produk tanpa alat bantu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Hasil Uji dan Pembahasan CE Meter

Hasil uji CE meter pada besi cor kelabu bertujuan untuk mengetahui temperatur dan waktu pendinginan serta perubahan unsur pada setiap tahap, mulai dari temperatur besi tuang, temperatur liquid, temperatur solid, temperatur saat besi membeku. Dari hasil pengujian peleburan menggunakan CE Meter tersebut diperoleh data sebagai berikut. Dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4 Hasil Uji CE Meter

Pada hasil pengujian peleburan logam menggunakan CE meter diperoleh temperatur awal saat dituang dalam cetakan 1317.5°C, temperatur liquid 1163,1°C bentuknya masih cair, temperatur solid 1112,7°C.

Dengan data tersebut dapat diketahui *Carbon Equivalent Value* dengan rumus berikut :

$$CEV = \%C + \frac{(\%Si + \%P)}{3}$$

Dimana : CEV = Carbon Equivalent Value

C = Kandungan Karbon (%)

Si = Kandungan Silikon (%)

P = Kandungan Fosfor (%)

$$\text{Sehingga, CEV} = 3,53 + \frac{(2,27+0)}{3}$$

$$= 3,53 + 0,76$$

$$CEV = 4,29\%$$

Dengan demikian dapat diketahui kalau persentase *Carbon Equivalent Value* diatas 4,29%. Besi cor dengan *Carbon Equivalent Value* dibawah 4,3% disebut hipoeutektik.

3.2 Perhitungan *Density*

Dalam melakukan perhitungan *density* dengan menggunakan gelas ukur untuk mengukur volume dan mengukur massanya menggunakan timbangan digital.

Contoh Perhitungan *Density* :

1) Perhitungan Density Produk Samping (A)

Massa : 18000 gram

Volume : 2630 cm³

$$\rho = \frac{massa}{volume}$$

$$= \frac{18000}{2630}$$

$$\rho = 6,84 \text{ gr/ cm}^3$$

2) Perhitungan Density Produk Samping (A)

Massa : 18000 gram

Volume : 2610 cm³

$$\rho = \frac{massa}{volume}$$

$$= \frac{18000}{2610}$$

$$\rho = 6,89 \text{ gr/ cm}^3$$

3) Perhitungan Density Produk Bawah

Massa : 9000 gram

Volume : 1220 cm³

$$\rho = \frac{massa}{volume}$$

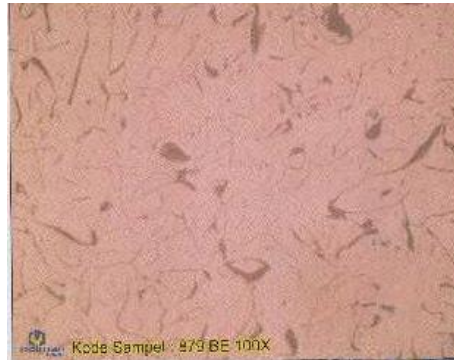
$$= \frac{9000}{1220}$$

$$\rho = 7,37 \text{ gr/ cm}^3$$

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan nilai *density* produk bawah (A) sebesar 6,84 gr/ cm³, produk samping (B) sebesar 6,89 gr/ cm³, dan produk bawah sebesar 7,37 gr/ cm³.

3.3 Hasil Uji dan Pembahasan Struktur Mikro

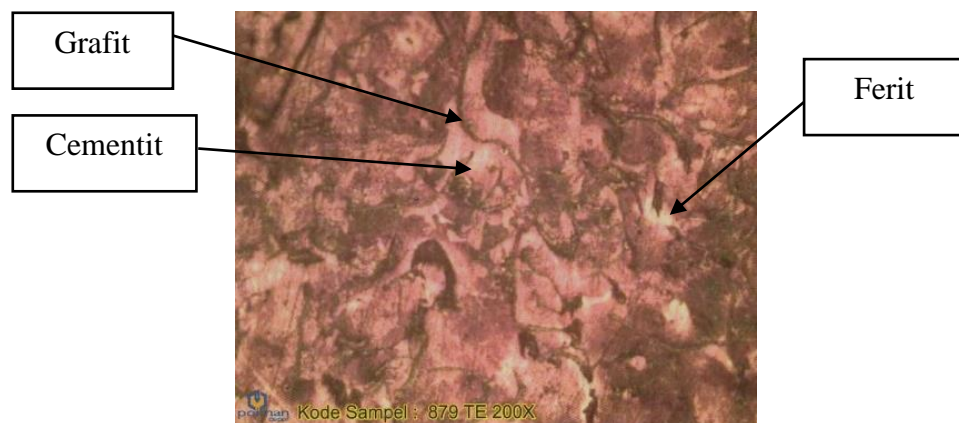
Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan alat uji metalografi didapatkan foto sebagai berikut :



Gambar 5 Foto Struktur Mikro Pada Pembesaran 100x Sebelum
Dietsa



Gambar 6 Foto Struktur Mikro Pada Pembesaran 100x Setelah Dietsa



Gambar 7 Foto Struktur Mikro Pada Pembesaran 200x

Terlihat pada gambar 5 sebelum mengalami etsa tampak jelas struktur mikro yang terlihat grafit berbentuk serpihan. Bentuk grafit ini menjadi ciri khas besi cor

kelabu. Serpihan grafit yang dimiliki besi cor kelabu menyebabkan keuletan menjadi rendah.

Pada gambar 7 pada pembesaran 200x struktur mikro yang terlihat adalah ferit, cementit, dan grafit. Bahwa ferit berwarna putih dan tersebar, grafit berwarna hitam, cementit yang dominan terletak diantara ferit dan grafit.

3.4 Hasil Uji dan Pembahasan Kekerasan (*Rockwell*)

Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Pengecoran Politeknik Manufaktur Ceper menggunakan metode Rockwell menggunakan beban 100 kgf.

Tabel 2 Harga Kekerasan *Rockwell* Pada Spesimen

No.	Indentor Bola Baja (Inchi)	Beban (kgf)	Nilai Kekerasan (HRB)	Rata-rata
1	1/16	100	79,26	78,72
2	1/16	100	78,63	
3	1/16	100	78,12	
4	1/16	100	78,95	
5	1/16	100	76,63	

Dari beberapa titik yang dilakukan pada spesimen pengujian kekerasan produk cor didapatkan rata-rata kekerasan sebesar 78,72 HRB.

3.5 Hasil Uji dan Pembahasan Komposisi Kimia

Setelah dilakukan proses pengecoran maka perlu dilakukan uji komposisi kimia untuk mengetahui unsur-unsur kimia yang terdapat dalam produk hasil pengecoran. Pada pengujian ini dilakukan di Laboratorium Pengecoran Politeknik Manufaktur Ceper. Dari hasil pengujian komposisi kimia diperoleh hasil data sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil Uji Komposisi kimia

NO	UNSUR	KANDUNGAN %
1	Fe	93,15437
1	C	3,473
2	Si	2,4105
3	Mn	0,42821
4	P	0,03942
5	S	0,05646
6	Cr	0,08387
7	Zn	0,00733
8	Sb	0,00574
9	Mg	0,00701
10	Sn	0,02405
11	Ti	0,01508
12	Cu	0,26237
13	Mo	0,00787
14	Ni	0,01999
15	V	<0,00000
16	Al	0.00254
17	B	<0,00000
18	Co	<0,00000
19	Pb	0.00219

Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 20 unsur. Dilihat dari unsur-unsur tersebut terdapat 4 unsur yang paling dominan yaitu Fe, C, Si, Mn, dan Cu.

Pengaruh kandungan karbon (C) 3,47% mempunyai pengaruh besar pada kekuatan dan kekerasan coran. Pengaruh Silikon (Si) 2,41% mempunyai pengaruh sebagai pertumbuhan grafit yang akan menyebabkan keuletan rendah. Pengaruh Mangan (Mn) 0,43% berfungsi untuk menetralsir sulfur dan meningkatkan kekerasan besi akan tetapi menghambat pada saat pemadatan. Pengaruh Tembaga (Cu) 0,26% mempunyai pengaruh mempermudah proses pemesinan, dan mengurangi ketahanan korosi.

3.6 Perhitungan Penyusutan

Setelah dilakukan proses pengecoran menggunakan bahan besi cor kelabu produk cetakan *handpress* kancing bungkus, kemudian produk hasil pengecoran diambil data volumenya untuk memperhitungan penyusutan. Data yang di dapat sebagai berikut :

- a. Data hasil pengukuran volume asli dan produk

Tabel 4 Volume Asli dan Produk

No.	Volume	Volume Asli (cm ³)	Volume produk (cm ³)
1.	Volume Samping (A)	2680	2630
2.	Volume Samping (B)	2680	2610
3.	Volume Bawah	1300	1220

- b. Contoh perhitungan persentase penyusutan

Perhitungan persentase penyusutan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

1. Pola Samping (A)

Perhitungan Volume

V asli : 2680 cm³

V produk : 2630 cm³

$$S = \frac{(V \text{ asli} - V \text{ produk})}{V \text{ asli}} \times 100\%$$

$$S = \frac{(2680 - 2630)}{2680} \times 100\%$$

$$S = 1,86\%$$

Tabel 5 Hasil Persentase Penyusutan

Volume	Volume Asli (cm ³)	Volume produk (cm ³)	S (%)
Volume Samping (A)	2680	2630	1,86%
Volume Samping (B)	2680	2610	2,61%
Volume Bawah	1300	1220	6,15%
Rata-rata Penyusutan			3,54%

Dari tabel diatas didapatkan hasil persentase penyusutan Pola Samping (A) sebesar 1,86%, persentase penyusutan Pola Samping (B) sebesar 2,61%, dan untuk persentase penyusutan Pola Bawah sebesar 6,15%.

3.7 Analisa Pengujian Visual

Pengujian visual yaitu pengujian yang dilakukan dengan cara pengamatan produk hasil coran. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui cacat coran yang terjadi pada produk cor tanpa menggunakan alat uji.

3.7.1 Hasil pengujian visual

Dari pengamatan yang telah dilakukan didapatkan beberapa hasil sebagai berikut :



Gambar 9 Cacat Lubang Jarum



Gambar 10 Cacat Salah Alir

3.7.2 Pembahasan Pengujian visual

Dari gambar 9 terlihat adanya cacat lubang jarum, cacat coran lubang jarum disebabkan oleh lubang angin atau saluran keluar kurang memadani, cetakan kurang kering, penuangan cairan yang terlalu lambat, atau cetakan pasir yang kurang padat sedangkan pada gambar 10 adalah gambar dari cacat salah alir, penyebab dari cacat salah alir adalah temperatur penuangan yang rendah, aliran logam cair tidak seragam akibat sistim saluran yang kurang bagus, dan laju penuangan yang terlalu lambat.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan menganalisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Didapatkan nilai *density* produk bawah (A) sebesar $6,84 \text{ gr/ cm}^3$, produk samping (B) sebesar $6,89 \text{ gr/ cm}^3$, dan produk bawah sebesar $7,37 \text{ gr/ cm}^3$.
- 2) Terlihat pada gambar struktur mikro terlihat sebagian grafit berbentuk serpihan, yang menyebabkan keuletan menjadi rendah. Struktur mikro yang terlihat adalah ferit, cementit, dan grafit. Bahwa ferit berwarna putih dan tersebar, grafit berwarna hitam, cementit yang dominan terletak diantara ferit dan grafit. Hasil pengujian kekerasan rockwell dari beberapa titik pada spesimen didapatkan rata-rata 78,72 HRB. Hasil pengujian komposisi kimia terdapat 19 unsur. Dilihat unsur-unsur tersebut terdapat 4 unsur yang paling dominan yaitu C 3,47%, Si 2,41%, Mn 0,43%, dan Cu 0,26%.

- 3) Dari pengujian penyusutan didapatkan persentase penyusutan Pola Samping (A) sebesar 1,86%, persentase penyusutan Pola Samping (B) sebesar 2,61%, dan persentase penyusutan Pola Bawah sebesar 6,15%.
- 4) Dari pengamatan visual didapatkan 2 jenis cacat coran yang terjadi pada produk yaitu yang pertama cacat lubang jarum yang disebabkan oleh lubang angin atau saluran keluar kurang memadai, cetakan kurang kering, penuangan cairan yang lambat, atau cetakan pasir kurang padat. Kedua yaitu cacat salah alir yang disebabkan oleh temperatur penuangan yang rendah, aliran logam tidak seragam akibat sistim saluran yang kurang bagus dan laju penuangan yang lambat.

4.2 Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian antara lain:

- 1) Sebelum melakukan pengecoran dan pengujian sebaiknya mencari referensi mengenai dasar teknik pengecoran logam dan pengujian sehingga pada saat melakukannya tidak mengalami kesulitan.
- 2) Memperhatikan persiapan alat dan bahan guna mendapatkan waktu yang tepat dan hasil yang baik.
- 3) Saat proses penelitian berjalan koordinasi dalam tim sangatlah penting baik dalam pembuatan dokumentasi, pembuatan spesimen, dan proses pengujian spesimen, guna mendapatkan data yang akurat.
- 4) Untuk mendapatkan hasil yang baik, sebaiknya carilah tempat pengujian yang sudah terpercaya (kualitas pengujianya) dan berpengalaman.

PERSANTUNAN

Terimakasih kepada Bapak Agus Yulianto S.T., M.T. selaku dosen pembimbing naskah publikasi atas bimbingannya dalam penyelesaian naskah publikasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akuan, A. (2009). *Perancangan Pola Dan Sistim Saluran*.
- ASTM, E 18-03. (2004). *Standart Test Methods for Rockwell Hardness and Rocwell Superficial Hardness of Metallic Material*. Annual Book of ASTM Standarts.
- Eko, A. P., & Taufik, A. (2016). *Analisis Perbandingan Model Cacat Coran Pada Besi Cor Dan Aluminium Dengan Variasi Temperatur Tuang Sistem Cetakan Pasir*. Institut teknologi Nasional Malang
- Beeley, P. (2001). *Pandangan Umum Teknik Pengecoran*. Teknik Pengecoran Logam, 2-3.
- Beeley, P. (2001). *Coran Coran Dan Pencegahannya*. Teknik Pengecoran Logam, 128–139.
- Brown, R. J. (2000). *Foseco Ferrous Foundryman's Handbook*. Butterworth Heinemann Elevebth Edition, Oxford.
- Candra, F.S., Martogi, M., & Hamdani, R. (2019). *Analisis Karakteristik Hasil Proses Pengecoran Besi Cor Kelabu Dengan Varisi Design Model Inti Cor*. Jurnal Simetri Rekayasa.
- Roca, A. S., Fals, H. D. C., Pedron, J. A., & Zoqui, E. J. (2012). *Thixoformability of hypoeutectic gray cast iron*. Journal of Materials Processing Technology.
- Setyo, N., & Widodo, S. (2013). *Pengaruh Bahan Pengikat Cetakan Pasir Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Besi Tuang Kelabu*.
- Surdia, T., & Chjiwa, K. (1996). *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Surdia, T., & Saito, S. (1987). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Stefanescu, D. M. (1988). *ASM Handbook Casting*, Volume 15, American Society for Metal.

Topo, N. (2004). *Perancangan Pola Pengecoran Logam (PPU)*. Politeknik Manufaktur Ceper.

Umardani, Y. & Rizal, T. N. (2009). *Pengaruh Penambahan Kandungan Silikon Pada Besi Cor Kelabu Dengan Metode Fluiditas Strip Mould Terhadap Sifat Fisis Mekanis Dan Struktur Mikro*. Universitas Diponegoro.